

05. 7. 2004

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

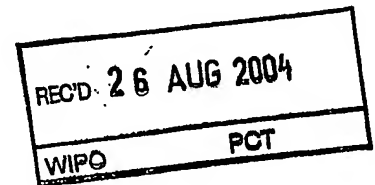
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   8 月   4 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 2 8 5 5 1 6  
Application Number:  
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 3 - 2 8 5 5 1 6 ]

出   願   人            株式会社村田製作所  
Applicant(s):

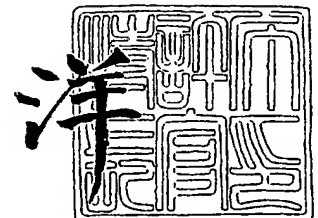


PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年   8 月 1 3 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 10670  
【提出日】 平成15年 8月 4日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G01P 15/09  
【発明者】  
    【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田製作所内  
    【氏名】 見角 厚司  
【発明者】  
    【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田製作所内  
    【氏名】 多保田 純  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000006231  
    【氏名又は名称】 株式会社村田製作所  
    【代表者】 村田 泰隆  
【代理人】  
    【識別番号】 100085497  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 筒井 秀隆  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 036618  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 9004890

## 【書類名】特許請求の範囲

## 【請求項 1】

ベース板と、

両主面に電極が形成された圧電体よりなり、その長さ方向中間部にエネルギーが閉じ込められる第 1、第 2 の共振子とを備え、

上記第 1、第 2 の共振子をベース板の加速度印加方向の両面に接合してバイモルフ型加速度検出素子を構成し、加速度の印加に伴って第 1、第 2 の共振子が同一方向に撓むように加速度検出素子の長手方向の一端部または両端部を固定支持し、上記加速度検出素子の撓みによって生じる第 1、第 2 の共振子の周波数変化またはインピーダンス変化を差動的に検出して加速度を検出可能とした加速度センサにおいて、

上記加速度検出素子の加速度の作用に伴う曲げ中正面は、ベース板の加速度印加方向の中心部に位置しており、

上記第 1、第 2 の共振子の加速度印加方向と直角方向の高さはベース板の同方向の高さよりも小さいことを特徴とする加速度センサ。

## 【請求項 2】

上記第 1、第 2 の共振子のベース板に対する接合位置は、ベース板の両面の対向位置であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の加速度センサ。

## 【請求項 3】

上記第 1、第 2 の共振子のベース板に対する接合位置は、ベース板の加速度印加方向と直角方向の高さ中央部であることを特徴とする請求項 2 に記載の加速度センサ。

## 【請求項 4】

ベース板と、

両主面に電極が形成された圧電体よりなり、その長さ方向中間部にエネルギーが閉じ込められる第 1、第 2 の共振子とを備え、

上記第 1、第 2 の共振子をベース板の加速度印加方向の両面に接合してバイモルフ型加速度検出素子を構成し、加速度の印加に伴って第 1、第 2 の共振子が同一方向に撓むように加速度検出素子の長手方向の一端部を固定支持し、上記加速度検出素子の撓みによって生じる第 1、第 2 の共振子の周波数変化またはインピーダンス変化を差動的に検出して加速度を検出可能とした加速度センサにおいて、

上記加速度検出素子の加速度の作用に伴う曲げ中正面は、ベース板の加速度印加方向の中心部に位置しており、

上記第 1、第 2 の共振子のエネルギー閉じ込め部は、加速度検出素子の固定支持部に近づくて配置されていることを特徴とする加速度センサ。

## 【請求項 5】

上記ベース板と第 1 および第 2 の共振子とは、熱膨張係数がほぼ同じ材料で形成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の加速度センサ。

## 【請求項 6】

上記加速度検出素子の長手方向の一端部の加速度印加方向の外側面が一对のケース部材によって固定支持され、上記加速度検出素子とケース部材とで形成される開放面が一对のカバー部材によって覆われ、加速度の印加に伴って撓む加速度検出素子の変位部分が密閉した空間内に配置されており、

上記第 1、第 2 の共振子の自由端側に形成された一方の電極は、ベース板に形成された引出電極を介してケース部材およびカバー部材の固定支持部側の外表面に形成された共通電極に接続され、

上記第 1 共振子の基端側に形成された他方の電極は、ケース部材に形成された第 1 の引出電極を介してケース部材およびカバー部材の自由端側の外表面に形成された第 1 の個別電極に接続され、

上記第 2 共振子の基端側に形成された他方の電極は、ケース部材に形成された第 2 の引出電極を介してケース部材およびカバー部材の自由端側の外表面に形成された第 2 の個別電極に接続されていることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の加速度センサ

。

【請求項 7】

上記第 1，第 2 の共振子のそれぞれの電極に導通する複数の内部電極がケース部材の上面に設けられていることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の加速度センサ。

【書類名】明細書

【発明の名称】加速度センサ

【技術分野】

【0001】

本発明は加速度センサ、特に圧電体を利用した加速度センサに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、圧電セラミックスを利用した加速度センサとして、例えば特許文献1に記載のものが知られている。この加速度センサは、一对の圧電セラミックスよりなる圧電素子を対面接合して一体化したバイモルフ型検出素子を備え、この素子をケース内に両持ち梁構造で収納支持してある。この加速度センサに加速度が加わると、検出素子が撓むことによって圧電素子に応力が発生し、圧電効果によって発生した電荷または電圧を検知して、加速度を知ることができる。この加速度センサの場合には、小型で、表面実装型部品（チップ部品）に容易に構成できるという利点がある。

この原理の加速度センサの場合には、回路を構成する際、回路から流れ込むバイアス電流が圧電体の容量Cにチャージされ、回路が飽和してしまうので、バイアス電流をリークさせるための抵抗Rが必要となる。ところが、抵抗Rと容量Cとによってハイパスフィルタが構成され、カットオフ以下の周波数であるDCや低周波の加速度を検出できない。

【0003】

特許文献2に記載の加速度センサ、特に特許文献2の図8に示された加速度センサは、単一のベース板の表裏面に、両主面に電極が形成された圧電体よりなる第1と第2の共振子を接合して加速度検出素子を構成し、上記加速度検出素子が第1と第2の共振子の対向方向の加速度に対して撓み得るように、その長手方向一端部または両端部を固定支持してなり、加速度の印加により上記加速度検出素子が撓み、その撓みによって生じる第1と第2の共振子の周波数変化またはインピーダンス変化を差動的に検出することにより、加速度を検出可能としたものである。

この場合には、DCや低周波の加速度でも検出可能である。しかも2つの共振子の周波数変化またはインピーダンス変化を個別に取り出すのではなく、その周波数変化またはインピーダンス変化を差動的に検出するので、2つの共振子に共通に加わる応力（例えば温度変化による応力）は相殺され、温度変化などの影響を受けない高感度の加速度センサを得ることができる。また、曲げ中正面（応力が0の面）をベース板内に設定することができるので、ベース板の表裏面に設けられた共振子に大きな引張応力と圧縮応力とを発生させることができ、検出感度が向上する利点がある。

【0004】

しかしながら、第1、第2の共振子とベース板との高さ、つまり加速度の作用方向と直角方向の寸法が同一であるため、第1、第2の共振子の断面積が大きく、加速度印加による共振子に発生する引張応力と圧縮応力を大きくできなかった。そのため、感度（S/N比）を更に高くできなかった。

【特許文献1】特許第2780594号公報

【特許文献2】特開2002-107372号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

そこで、本発明の目的は、小型でしかも温度変化などの加速度以外の要因による影響を排除でき、かつ検出感度の高い加速度センサを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的は、請求項1、4に記載の発明によって達成される。

すなわち、請求項1に係る発明は、ベース板と、両主面に電極が形成された圧電体よりなり、その長さ方向中間部にエネルギーが閉じ込められる第1、第2の共振子とを備え、上

記第 1, 第 2 の共振子をベース板の加速度印加方向の両面に接合してバイモルフ型加速度検出素子を構成し、加速度の印加に伴って第 1, 第 2 の共振子が同一方向に撓むように加速度検出素子の長手方向の一端部または両端部を固定支持し、上記加速度検出素子の撓みによって生じる第 1, 第 2 の共振子の周波数変化またはインピーダンス変化を差動的に検出して加速度を検出可能とした加速度センサにおいて、上記加速度検出素子の加速度の作用に伴う曲げ中正面は、ベース板の加速度印加方向の中心部に位置しており、上記第 1, 第 2 の共振子の加速度印加方向と直角方向の高さはベース板の同方向の高さよりも小さいことを特徴とする加速度センサを提供する。

#### 【0007】

請求項 4 に係る発明は、ベース板と、両主面に電極が形成された圧電体よりなり、その長さ方向中間部にエネルギーが閉じ込められる第 1, 第 2 の共振子とを備え、上記第 1, 第 2 の共振子をベース板の加速度印加方向の両面に接合してバイモルフ型加速度検出素子を構成し、加速度の印加に伴って第 1, 第 2 の共振子が同一方向に撓むように加速度検出素子の長手方向の一端部を固定支持し、上記加速度検出素子の撓みによって生じる第 1, 第 2 の共振子の周波数変化またはインピーダンス変化を差動的に検出して加速度を検出可能とした加速度センサにおいて、上記加速度検出素子の加速度の作用に伴う曲げ中正面は、ベース板の加速度印加方向の中心部に位置しており、上記第 1, 第 2 の共振子のエネルギー閉じ込め部は、加速度検出素子の固定支持部に近づけて配置されていることを特徴とする加速度センサを提供する。

#### 【0008】

請求項 1 では、加速度検出素子を 1 枚のベース板の両面に共振子を接合したバイモルフ構造とし、曲げ撓みの中正面をベース板の板厚の中心部としたので、加速度が加わった際、ベース板は質量体として機能し、一方の共振子に引張応力、他方の共振子に圧縮応力を効果的に発生させることができる。ある振動モードの場合、引張側の共振子の周波数は低くなり、圧縮側の共振子の周波数は高くなるので、両共振子の周波数変化またはインピーダンス変化を差動的に取り出せば、加速度を検出することができる。しかも、2 つの共振子の周波数変化またはインピーダンス変化を差動的に検出するので、2 つの共振子に共通に加わる応力（例えば温度変化による応力）は相殺され、温度変化などの影響を受けない高感度の加速度センサを得ることができる。

本発明のさらなる特徴は、第 1, 第 2 の共振子の加速度印加方向と直角方向の高さをベース板よりも小さくした点にある。つまり、第 1, 第 2 の共振子の断面積を小さくすることで、加速度印加による共振子に発生する引張応力と圧縮応力を大きくでき、感度（S/N 比）を高くできる。

2 つの共振子から得られる信号を差動的に取り出し、加速度検出素子に作用する加速度に比例した信号を得る方法としては、第 1 と第 2 の共振子を個別の周波数で発振させ、各発振周波数差を検出し、この周波数差から加速度に比例した信号を得る方法や、第 1 と第 2 の共振子を同一周波数で発振させ、各共振子の電氣的インピーダンスの違いから位相差または振幅差を検知し、これら位相差または振幅差から加速度に比例した信号を得る方法などがある。

#### 【0009】

請求項 4 では、請求項 1 と同様に、ベース板の両面に共振子を接合したバイモルフ型加速度検出素子を用い、両共振子の周波数変化またはインピーダンス変化を差動的に取り出すことで、2 つの共振子に共通に加わる応力は相殺され、温度変化などの影響を受けない高感度の加速度センサを得ることができる。

また、請求項 4 では片持ち梁構造の加速度検出素子を用いており、第 1, 第 2 の共振子のエネルギー閉じ込め部を、加速度検出素子の固定支持部に近づけて配置してある。加速度印加により第 1, 第 2 の共振子に発生する応力は、片持ち梁の根元部ほど大きいので、共振子のエネルギー閉じ込め部を、その振動を妨げない範囲で根元部に近づけることにより、共振子が受ける応力を大きくでき、センサの感度を高くできる。つまり、S/N 比を向上させることができる。

## 【0010】

請求項2のように、第1、第2の共振子のベース板に対する接合位置を、ベース板の両面の対向位置とするのがよい。

2つの共振子をベース板の両面の対向しない位置に接合することもできるが、加速度の印加方向以外の外力によって加速度検出素子が撓んだ時（他軸撓み）、2つの共振子の間で異なる信号が発生することになり、誤差の原因となる。これに対し、2つの共振子をベース板の両面の対向位置に接合すれば、両方の共振子から信号を差動的に取り出すことで、他軸撓みに対しても検出ばらつきを吸収することができる。

また、電極をレーザなどを用いてトリミングする場合、高さが同一のため焦点距離などが同一になり、調整しやすい。

## 【0011】

請求項3のように、第1、第2の共振子のベース板に対する接合位置を、ベース板の加速度印加方向と直角方向の高さ中央部とするのがよい。

2つの共振子をベース板の両面の対向する位置であって、かつ高さ方向中央部に接合すれば、他軸撓みに対して両方の共振子には応力が働かないので、検出ばらつきを一層小さくできる。

## 【0012】

請求項5のように、ベース板と第1および第2の共振子とを、熱膨張係数がほぼ同じ材料で形成するのがよい。

ベース板と第1および第2の共振子の熱膨張係数が大きく異なる場合には、加速度が印加されなくても、周囲の温度変化によって共振子に引張応力または圧縮応力が発生し、周波数またはインピーダンスが変化してしまう。そこで、ベース板と第1および第2の共振子の熱膨張係数をほぼ等しくすることで、センサ出力の温度ドリフトを抑制でき、温度ヒステリシスを低減できる。

なお、ベース板と第1および第2の共振子とを同一材料で形成してもよいし、異なる材料で形成してもよい。使用温度範囲における共振子に生じる周波数変化またはインピーダンス変化が誤差範囲程度の小さい場合であれば、ベース板と共振子の熱膨張係数が多少異なってもよい。

## 【0013】

請求項6のように、加速度検出素子の長手方向の一端部の加速度印加方向の外側面を一对のケース部材によって固定支持し、加速度検出素子とケース部材とで形成される開放面を一对のカバー部材によって覆い、加速度の印加に伴って撓む加速度検出素子の変位部分を密閉した空間内に配置するのがよい。このようなパッケージ構造とすることにより、変位部分が外部から遮断され、湿気や埃などの影響を受けず、表面実装部品として構成することができる。

第1、第2の共振子の自由端側に形成された一方の電極を、ベース板に形成された引出電極を介してケース部材およびカバー部材の固定支持部側の外表面に形成された共通電極に接続し、第1共振子の基端側に形成された他方の電極を、ケース部材に形成された第1の引出電極を介してケース部材およびカバー部材の自由端側の外表面に形成された第1の個別電極に接続し、第2共振子の基端側に形成された他方の電極をケース部材に形成された第2の引出電極を介してケース部材およびカバー部材の自由端側の外表面に形成された第2の個別電極に接続するのがよい。

片持ち梁構造の加速度検出素子を用いた場合、加速度検出素子の基端側に3個の電極が集中するため、これら電極をパッケージの外表面の互いに離れた部位に引き出すのが難しい。そこで、2つの共振子の一方の電極をベース板を介してパッケージ（ケース部材およびカバー部材）の固定支持部側の外表面に形成された共通電極に接続し、残りの2つの電極をケース部材を介してパッケージの固定支持部とは反対側の外表面に形成された2つの個別電極にそれぞれ接続することで、3個の外部電極を互いに離間した位置へ引き出すことができる。そのため、表面実装部品として用いた場合に、互いの電極同士の短絡を防止することができる。

## 【0014】

請求項7のように、第1、第2の共振子のそれぞれの電極に導通する複数の内部電極をケース部材の上面に設けるのがよい。

この場合には、ケース部材の上面に形成された内部電極に測定端子を接触させ、各共振子の特性を測定しながら共振子の電極トリミングを容易に行うことができ、両共振子の特性差を小さくすることができる。その結果、高精度な加速度センサを実現できる。

## 【発明の効果】

## 【0015】

請求項1に記載の発明によれば、加速度検出素子をベース板の両面に共振子を接合したバイモルフ構造とし、加速度が加わった際に生じる両共振子の周波数変化またはインピーダンス変化を差動的に取り出すようにしたので、温度変化などの影響を受けない高感度の加速度センサを得ることができる。

また、第1、第2の共振子の加速度印加方向と直角方向の高さをベース板よりも小さくしたので、加速度印加による共振子に発生する引張応力と圧縮応力を大きくでき、感度（S/N比）を高くできる。

## 【0016】

請求項4に記載の発明によれば、請求項1と同様に、ベース板の両面に共振子を接合したバイモルフ型加速度検出素子において、両共振子の周波数変化またはインピーダンス変化を差動的に取り出すので、温度変化などの影響を受けない高感度の加速度センサを得ることができる。

また、片持ち梁構造の加速度検出素子を用いており、第1、第2の共振子のエネルギー閉じ込め部を、加速度検出素子の固定支持部に近づけて配置したので、応力の大きな片持ち梁の根元部付近から信号を取り出すことができ、センサの感度を高くでき、S/N比を向上させることができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0017】

以下に、本発明の実施の形態を、実施例を参照して説明する。

## 【実施例1】

## 【0018】

図1～図5は本発明にかかる加速度センサの第1実施例を示す。

この加速度センサ1Aは、バイモルフ型の加速度検出素子2を絶縁性セラミック等からなる絶縁性のケース部材6およびカバー部材7内に片持ち梁構造で収納支持したものである。図2、図3に示すように加速度の印加方向GをY方向とした場合、加速度検出素子2の長さ方向がX方向、高さ方向がZ方向となる。

## 【0019】

この実施例の加速度検出素子2は、ベース板5の加速度印加方向（Y方向）の両面の両端部にスペーサ51～54を介して共振子3、4を接着により接合一体化したものである。共振子3、4は、短冊形状の圧電セラミック板の上下両主面にそれぞれ電極3a、3bおよび4a、4bを形成したエネルギー閉じ込め型厚みすべり振動モードの共振子である。共振子3、4の一方の電極3a、4aは加速度検出素子2の上方側に露出しており、他方の電極3b、4bは加速度検出素子2の下方側に露出している。表裏主面の電極3a、3bおよび4a、4bの一端部は、長さ方向中間部で対向しており、他端部が共振子3、4の異なる端部へ引き出されている。共振子3、4のZ方向の高さH<sub>1</sub>は互いに同一寸法であり、高さH<sub>1</sub>は共振子3、4の共振周波数によって決定される。共振子3、4の高さH<sub>1</sub>はベース板5のZ方向の高さH<sub>2</sub>より小さいため、H<sub>1</sub> = H<sub>2</sub>の場合より加速度印加によって共振子3、4に発生する応力を大きくできる。この実施例では、H<sub>1</sub>はH<sub>2</sub>の1/5以下に設定されている。

## 【0020】

共振子3、4は、温度特性を含む共振特性差をできるだけ低減するため、図5に示すように1枚の圧電体親基板Mの隣接する部分から切り出した2個の共振子をペアリングして使



用するのがよい。このようにすることで、温度変化による2素子の出力信号差が少なくなり、加速度センサとしての出力変動を低減できる。

上記のように共振子3, 4として、同一の圧電体親基板から切り出した2個の素子をペアリングして使用した場合でも、スペーサやベース板5との接着などによって2つの共振子3, 4の間に共振特性のばらつきが生じることがある。このような特性ばらつきは、加速度が全く印加されなくても、出力信号として出力される。共振子3, 4の電極3a, 4aおよび電極3b, 4bはそれぞれ加速度検出素子2の同一方向に露出しているため、両共振子3, 4の共振特性に差があった場合には、加速度検出素子2の上方側または下方側に露出した電極をレーザなどを用いてトリミングしたり、電極面に周波数調整用インクなどを塗布することで、共振特性を調整でき、特性差を小さくすることができる。上記トリミングやインクの塗布は、後述するようにケース部材6を接着し、内部電極61, 62b, 63bを形成した後(図4参照)で実施される。その際、ケース部材6の上面に形成された3つの内部電極61, 62b, 63bに測定端子を接触させることができるので、各共振子3, 4の特性を測定しながらトリミングを容易に行うことができる。その結果、検出誤差の小さな高精度な加速度センサを実現できる。

#### 【0021】

共振子3, 4の長さ方向両端部の上下主面には、共振子3, 4と同一厚みのスペーサ31, 32および41, 42がそれぞれ固定されており、電極3a, 3bおよび4a, 4bが対向した部分(エネルギー閉じ込め部)は、スペーサ31, 32および41, 42が固定されていない部分に設けられている。この実施例では、共振子3, 4の基端側のスペーサ31, 41に比べて自由端側のスペーサ32, 42の方が長く形成されている。そのため、共振子3, 4のエネルギー閉じ込め部は加速度検出素子2の基端部側、つまり固定支持部に近づけて配置される。加速度印加により発生する応力は、片持ち梁の根元部ほど大きいので、共振子3, 4のエネルギー閉じ込め部を根元部に近づけることにより、共振子が受ける応力を大きくでき、センサの感度を高くできる。スペーサ31, 32を含む共振子3の高さ寸法、およびスペーサ41, 42を含む共振子4の高さ寸法は、ベース板5の高さ寸法 $H_2$ と等しい。

なお、スペーサ31, 32, 41, 42は省略可能であり、共振子3, 4をベース板5の両面に直接接着してもよい。

#### 【0022】

共振子3, 4はベース板5の両面の対向位置に接合されており、特にベース板5の全高の中央位置に接合されているのが最適である。その理由は、加速度の印加方向以外の外力によって加速度検出素子が撓んだ時(他軸撓み)、2つの共振子3, 4から信号を差動的に取り出すことで、他軸撓みに対しても検出ばらつきを吸収することができるからである。2つの共振子3, 4が対向位置にある場合、他軸撓みに対して両方の共振子に同一の応力が働くため、検出ばらつきを小さくできる。特に、2つの共振子3, 4をベース板5の全高の中央位置に接合すれば、他軸撓みに対して両方の共振子3, 4には応力が働くが、それぞれの共振子3, 4の高さ方向中正面を中心に撓むため、それぞれの共振子3, 4内で応力が相殺され、検出ばらつきを一層小さくできる。

#### 【0023】

上記のようにスペーサ31, 32を固定した共振子3のY方向の一側面には、共振子3の主面電極3a, 3bとそれぞれ導通する接続電極3c, 3dが高さ方向(Z方向)に連続的に形成されている。同様に、スペーサ41, 42を固定した共振子4のY方向の一側面にも、共振子4の主面電極4a, 4bとそれぞれ導通する接続電極4c, 4dが高さ方向(Z方向)に連続的に形成されている。特に、共振子3, 4の基端側の接続電極3c, 4cは、共振子3, 4およびスペーサ31, 41の外側面に形成されている。

#### 【0024】

ベース板5は共振子3, 4と同一長さに形成された絶縁板であり、加速度検出素子2の加速度Gの印加に伴う曲げ中正面(図4に破線N1で示す)がベース板5の厚み方向(Y方向)の中心部に位置している。ベース板5の共振子3, 4との対向面には、共振子3, 4

の閉じ込め振動の範囲より広い空隙 5 a が形成されている。この実施例では、空隙 5 a を形成するためにスペーサ 5 1 ~ 5 4 がベース板 5 の両面に長さ方向に間隔をあけて接合されているが、スペーサに代えてベース板 5 の両面に凹部を形成してもよいし、共振子 3, 4 とベース板 5 とを接合する接着剤層の厚みによって空隙を形成してもよい。

#### 【0025】

基端側のスペーサ 5 1, 5 2 は共振子 3, 4 の基端側のスペーサ 3 1, 4 1 と同一長さであり、かつその高さ (Z 方向) 寸法はベース板 5 の高さ  $H_2$  と等しい。同様に、自由端側のスペーサ 5 3, 5 4 は共振子 3, 4 の自由端側のスペーサ 3 2, 4 2 と同一長さであり、かつその高さ (Z 方向) 寸法は、ベース板 5 の高さ  $H_2$  と等しい。

加速度検出素子 2 を構成する共振子 3, 4、スペーサ 3 1, 3 2, 4 1, 4 2、ベース板 5、スペーサ 5 1 ~ 5 4 は、共振子 3, 4 と同じ熱膨張係数の材料 (例えば PZT などのセラミックス) で形成されている。そのため、温度変化に伴う熱膨張差により、共振子 3, 4 に応力が発生するのを防止できる。

#### 【0026】

スペーサ 5 1, 5 3 を接合したベース板 5 の一側面には、引出電極 5 b が全長に亘って形成されている。この引出電極 5 b は、共振子 3, 4 を接合した加速度検出素子 2 の基端部の上面に連続的に形成される内部電極 6 1 と導通する。ベース板 5 の自由端側の上面およびスペーサ 5 3, 5 4, 3 2, 4 2 の上面には、内部電極 6 4 が連続的に形成されており、この内部電極 6 4 はベース板 5 の一側面に形成された引出電極 5 b と共振子 3, 4 の側面に形成された接続電極 3 d, 4 d とを相互に導通させる役割を有する。

#### 【0027】

検出素子 2 の加速度 G の印加方向の両側面は、左右一対のケース部材 6 によって覆われている。ケース部材 6 は断面コ字形状に形成されており、その一端側の突出部 6 a が検出素子 2 の基端部両側面に接着固定されている。また、ケース部材 6 の他端側突出部 6 b は、スペーサ部材 2 a を間にして接着固定されている。この実施例のスペーサ部材 2 a は、長さ方向に連続した検出素子 2 の先端部をカットした後の切れ端であり、ベース板 5 や共振子 3, 4、スペーサ 5 3, 5 4 の一部で構成されている。上記突出部 6 a, 6 b の間には、検出素子 2 が撓み得る空間を形成するための凹部 6 c が形成されている。また、ケース部材 6 の他端側突出部 6 b の内側には、過大な加速度 G が印加された時の検出素子 2 の変位を制限し、検出素子 2 の変形や破壊を防止するためのストッパ 6 d が設けられている。検出素子 2 の撓み量は微少であるため、ケース部材 6 と検出素子 2 との間を接着する接着剤層の厚みにより撓み空間を形成できる場合には、凹部 6 c やストッパ 6 d は省略可能である。

#### 【0028】

ケース部材 6 の内壁面および上面には、相互に導通する引出電極 6 2 a, 6 2 b および 6 3 a, 6 3 b が形成されている。ケース部材 6 と検出素子 2 との接合は、電極 3 c と 6 2 a、および電極 4 c と 6 3 a との電気的接続を兼ねるため、導電性接着剤で行われるが、ケース部材 6 および検出素子 2 の基端部の上面に連続的に形成される内部電極 6 1 および外部電極 7 1 との短絡を防止するため、異方性導電性接着剤が用いられる。

#### 【0029】

上記ケース部材 6 の上面に形成された引出電極 6 2 b, 6 3 b は、加速度検出素子 2 の自由端側の上面に形成された内部電極 6 4 と一直線上に並んでおり、これら電極 6 2 b, 6 3 b, 6 4 は、加速度検出素子 2 にケース部材 6 を接合した後で、その上面にスパッタリングや蒸着などを行うことで同時に形成することができる。なお、内部電極 6 1 も同時に形成できる。

#### 【0030】

加速度検出素子 2 とケース部材 6 とで形成される上下の開放面が上下一対のカバー部材 7, 7 によって覆われている。カバー部材 7 の内面には、加速度検出素子 2 との接触を防止するための空洞形成用凹部 7 a が形成され、その外周部が開放面に接着固定されている。そのため、加速度検出素子 2 の加速度 G による変位部分は、ケース部材 6 およびカバー部

材 7 によって完全に密閉されている。カバー部材 7 もケース部材 6 と同様に、カバー部材 7 の内面に枠形に設けられる接着剤層の厚みによって空洞を形成できるので、カバー部材 7 の内面の空洞形成用凹部 7 a も省略可能である。

#### 【0031】

カバー部材 7 の外表面には、加速度検出素子 2 の基端側に位置する外部電極 7 1 と、加速度検出素子 2 の自由端側に位置する 2 個の外部電極 7 2, 7 3 とが設けられている。図 1 に示すように、外部電極 7 2, 7 3 は外部電極 7 1 から長さ方向 (X 方向) に離れた位置にあり、かつ互いに加速度印加方向 (Y 方向) に対向する 2 辺に設けられている。外部電極 7 2, 7 3 の位置は、図 1 に示される位置に限らず、外部電極 7 1 と対向する端部の Y 方向両側であってもよい。

#### 【0032】

上記構造よりなる加速度センサ 1 A の導電経路は次の通りである。

すなわち、一方の共振子 3 の上側電極 3 a は、接続電極 3 c、引出電極 6 2 a, 6 2 b を経由して外部電極 7 2 へと接続されている。他方の共振子 4 の上側電極 4 a は、接続電極 4 c、引出電極 6 3 a, 6 3 b を経由して外部電極 7 3 へと接続されている。共振子 3, 4 の下側電極 3 b, 4 b は、接続電極 3 d, 4 d および内部電極 6 4 によって相互に導通しており、ベース板 5 の一側面に設けられた引出電極 5 b、内部電極 6 1 を経由して外部電極 7 1 へと接続されている。

なお、ベース板 5 の一側面に引出電極 5 b を設けたが、導電路の断線をより確実に防止するため、両側面に引出電極 5 b を設けてもよい。

上記のようにして表面実装型のチップ型加速度センサ 1 A を得ることができる。

#### 【0033】

図 6 は上記加速度センサ 1 A を用いた加速度検出装置の回路図の一例を示す。

この検出装置は加速度検出素子 2 の独立発振を利用したものであり、加速度センサ 1 A の外部電極 7 2 と 7 1 が発振回路 9 a に接続され、外部電極 7 3 と 7 1 が発振回路 9 b に接続されている。発振回路 9 a, 9 b としては、例えば公知のコルピッツ型発振回路などを使用できる。共振子 3, 4 を発振回路 9 a, 9 b によってそれぞれ独自に発振させ、その発振周波数  $f_1$ ,  $f_2$  が周波数差カウンタ 9 c に入力され、その周波数差に比例した信号  $V_0$  を出力するものである。

加速度センサ 1 A に加速度  $G$  が加わると、検出素子 2 には加速度の印加方向と逆方向の慣性力が作用し、検出素子 2 が加速度  $G$  の印加方向と逆方向に撓む。検出素子 2 の撓みに伴って発生する応力によって、一方の共振子には引張応力が、他方の共振子には圧縮応力が作用する。厚みすべり振動モードを利用した共振子の場合、引張応力の共振子の発振周波数は低下し、圧縮応力の共振子の発振周波数は上昇するので、その周波数差を外部電極 7 1, 7 2, 7 3 へと取り出すことによって、加速度  $G$  に比例した信号  $V_0$  を得ることができる。

#### 【0034】

加速度センサ 1 A を温度変化がある環境で使用すると、共振子 3, 4、ベース板 5、ケース部材 6、カバー部材 7 が熱膨張を起こす。共振子 3, 4 とベース板 5 の熱膨張係数が異なる場合には、温度変化によって検出素子 2 に撓みが発生し、共振子 3, 4 に応力が発生する。その結果、加速度以外の要因で周波数差に変化が生じることになる。しかしながら、共振子 3, 4 とベース板 5 とが熱膨張係数がほぼ等しい材料で形成されておれば、温度変化に伴う応力も同一となるため、周波数差カウンタ 9 c で 2 個の共振子 3, 4 の出力を差動的に取り出すことにより、各共振子 3, 4 が同一に受ける温度変化などによる出力信号の変化を相殺することができる。したがって、加速度  $G$  に対してのみ感度を持つ加速度検出装置を得ることができる。

なお、検出素子 2 とケース部材 6、カバー部材 7 との熱膨張係数が異なる場合でも、検出素子 2 が片持ち支持されているに過ぎないので、温度変化によって検出素子 2 には応力が作用しない。

#### 【0035】

図7は上記加速度センサ1Aを用いた加速度検出装置の他の例を示す。

この検出装置は加速度検出素子2の単一発振を利用したものである。加速度センサ1Aの外部電極72と73はインピーダンス差動検出回路9dに接続され、共通電極である外部電極71は発振回路9eに接続されている。なお、9f, 9gはマッチング用抵抗である。この場合には、両方の共振子3, 4を発振回路9eによって同一の周波数で発振させ、それぞれの共振子3, 4の電氣的インピーダンスの違いから、位相差または振幅差を検出し、加速度Gに比例した出力 $V_0$ をインピーダンス差動検出回路9dから取り出すものである。同一周波数で発振させるには、どちらか一方の共振子の出力、または両方の共振子の合算された出力をフィードバックして発振回路9eを構成すればよい。

この場合も、図6の例と同様に、加速度Gに比例した信号を取り出すことができるとともに、温度変化等による出力変化を相殺できるので、加速度Gに対してのみ感度を持つ加速度検出装置を得ることができる。

#### 【実施例2】

##### 【0036】

図8, 図9は加速度センサの第2実施例を示す。

この加速度センサ1Bは、バイモルフ型の加速度検出素子2'を絶縁性セラミック等からなるケース部材6およびカバー部材7内に両持ち梁構造で収納支持したものである。図1~図4に記載の第1実施例と同一部分には同一符号を付して重複説明を省略する。

##### 【0037】

加速度検出素子2の長手方向両端部は、一对の断面コ字形ケース部材6によって左右両側から固定支持され、さらに表裏の開放面にカバー部材7が接着固定されている。

共振子3, 4の上側電極3a, 4aは、接続電極3c, 4cを介してケース部材6の一端側の上面に設けられた内部電極61a, 61bとそれぞれ個別に接続され、共振子3, 4の下側電極3b, 4bは、接続電極3d, 4dを介して検出素子2およびケース部材6の上面に連続的に形成された内部電極65に接続されている。そして、内部電極61a, 61bはカバー部材7の外表面に設けられた外部電極72, 73にそれぞれ接続され、内部電極65は外部電極71に接続されている。

##### 【0038】

上記実施例のように、両端支持構造の加速度検出素子2'を用いた場合には、加速度検出素子2'の両端から信号を取り出すことができるので、片持ち支持構造の加速度検出素子2の場合に比べて電極の引出が容易となる。例えば、ベース板5の側面に形成される引出電極5bや、ケース部材6の内壁面に形成される引出電極62a, 63aを省略できる。また、接続電極3c, 4cと引出電極62a, 63aとを接続するための異方性導電性接着剤も省略できる。

##### 【0039】

本発明にかかる加速度センサは、上記実施例に限定されるものではない。

例えば、第1, 第2実施例では、共振子3, 4として厚みすべり振動モードの共振子を用いたが、他の振動モード（例えば厚み縦振動モード、長さ振動モード、面積屈曲モードなど）の共振子でも使用可能である。

上記実施例では、ベース板と第1, 第2の共振子との間に、共振子の閉じ込め振動の範囲より広い空隙を形成したが、ベース板と第1, 第2の共振子とを全面で対面接合してもよい。但し、全面で対面接合した場合には、共振子の振動がベース板で拘束されるので、共振子としての性能（QおよびK）が低下するが、逆に加速度による応力の発生効率の面では効果的である。

上記実施例では、共振子3, 4の電極3a, 3bおよび4a, 4bを上下方向（Z方向）の両面に設けたが、共振子3, 4の電極面を加速度印加方向（Y方向）の両面に設けてもよい。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【0040】

【図1】本発明にかかる加速度センサの第1実施例の全体斜視図である。

【図 2】 図 1 に示した加速度センサの分解斜視図である。

【図 3】 図 1 に示した加速度センサの加速度検出素子部分の分解斜視図である。

【図 4】 図 1 に示した加速度センサのカバー部材を取り外した状態の平面図である。

【図 5】 共振子を母基板から切り出す方法を示す斜視図である。

【図 6】 本発明にかかる加速度センサを用いた加速度検出装置の一例の回路図である。

【図 7】 本発明にかかる加速度センサを用いた加速度検出装置の他の例の回路図である。

【図 8】 本発明にかかる加速度センサの第 2 実施例の分解斜視図である。

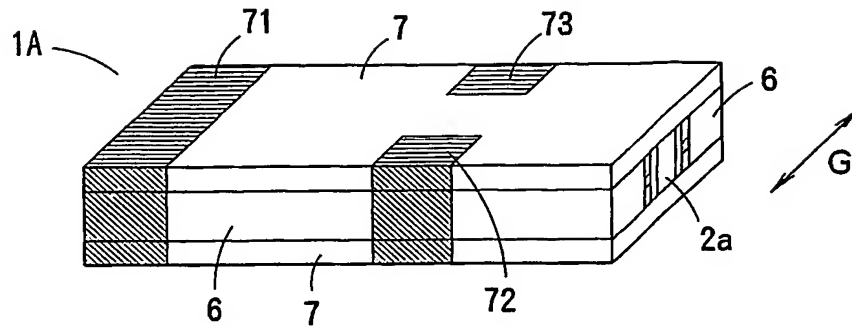
【図 9】 図 8 に示した加速度センサのカバー部材を取り外した状態の分解斜視図である。

【符号の説明】

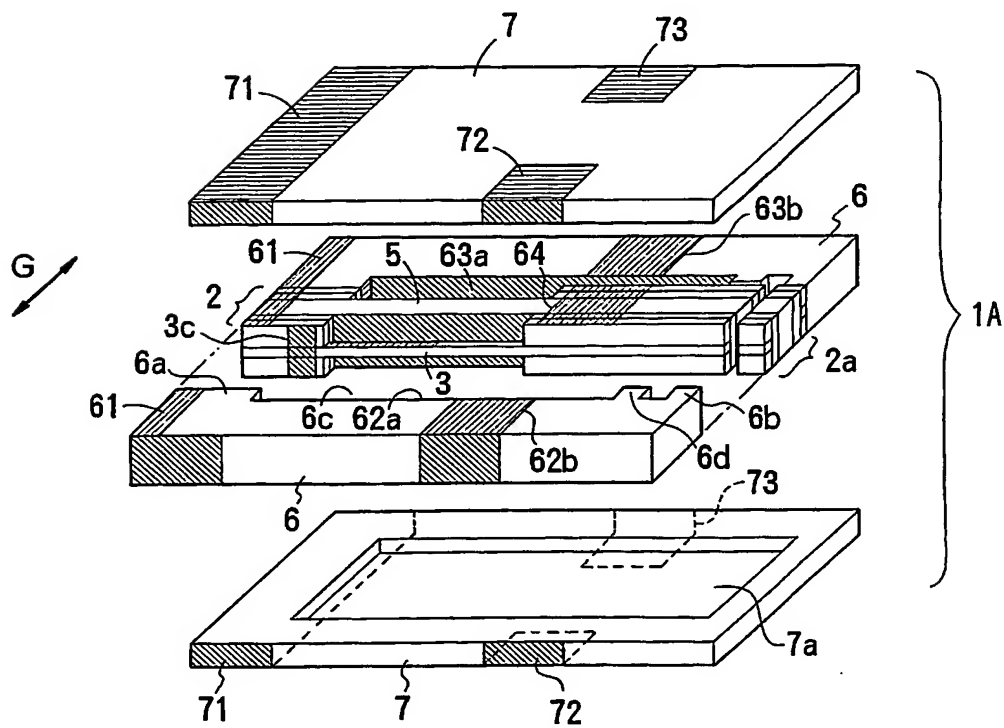
【0041】

1 A, 1 B	加速度センサ
2, 2'	加速度検出素子
3, 4	共振子
5	ベース板
6	ケース部材
7	カバー部材
5 b	引出電極
6 2 a, 6 3 a	引出電極
6 1, 6 2 b, 6 3 b, 6 4	内部電極
7 1 ~ 7 3	外部電極

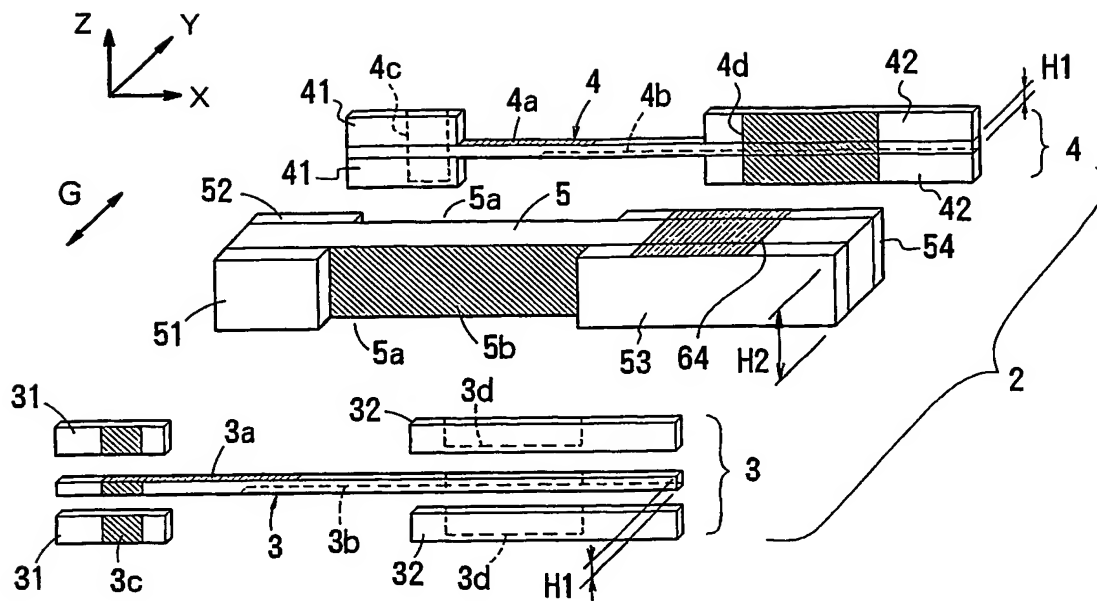
【書類名】 図面  
【図 1】



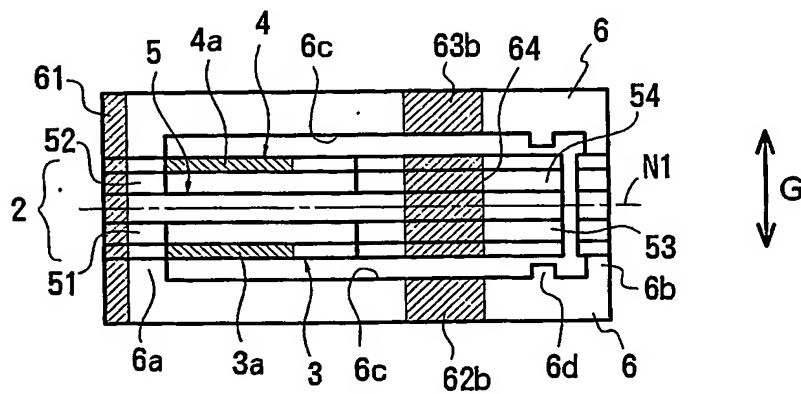
【図 2】



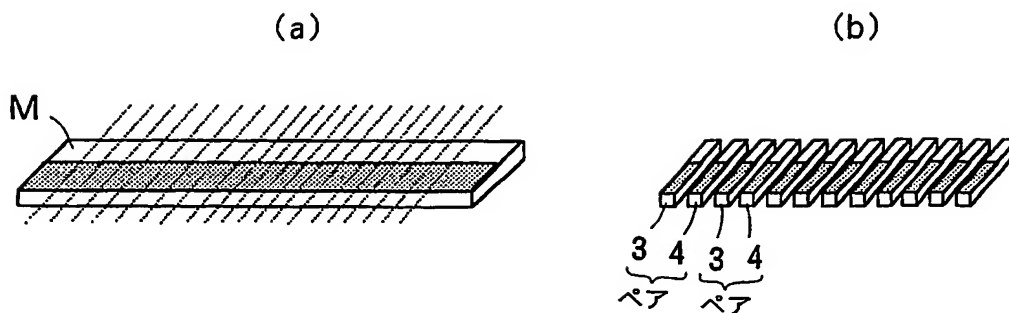
【図 3】



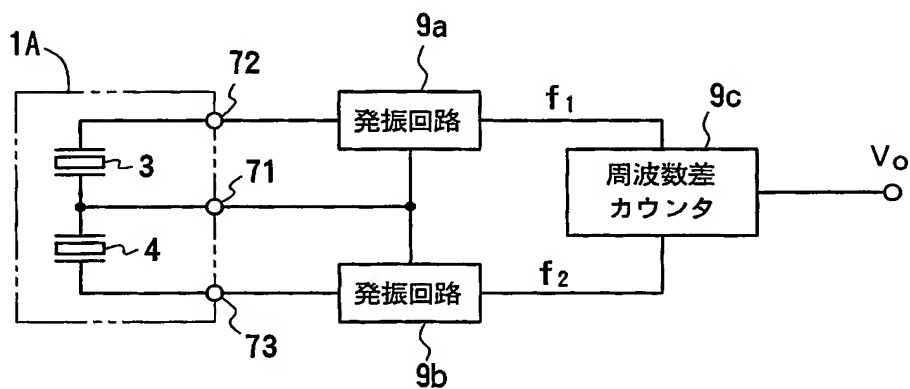
【図 4】



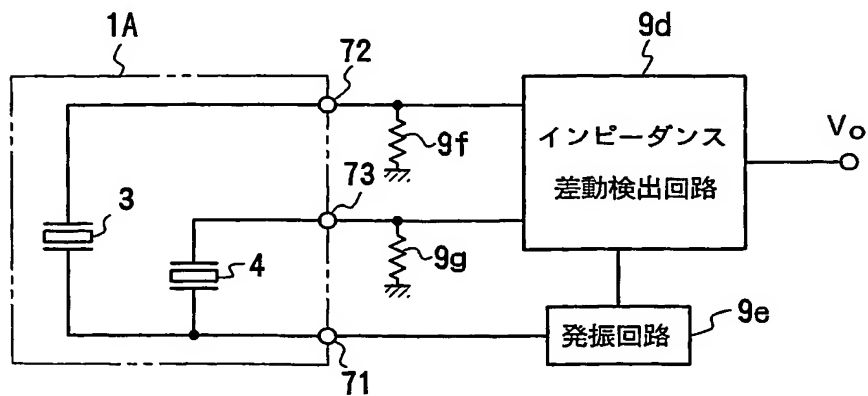
【図 5】



【図 6】

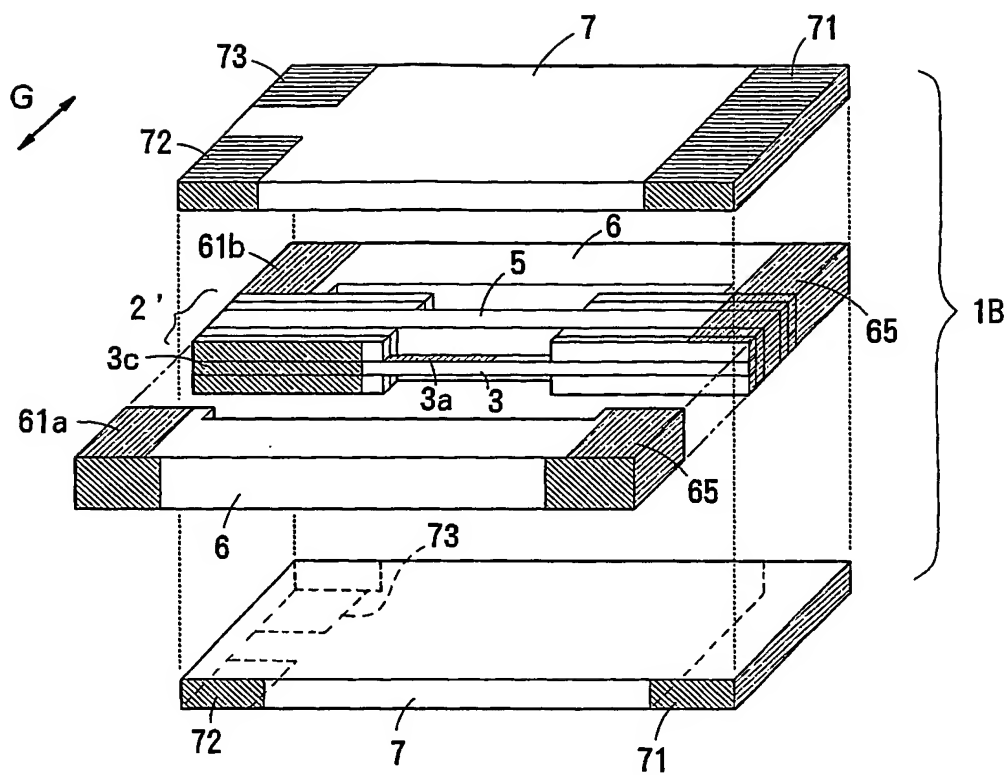


【図 7】

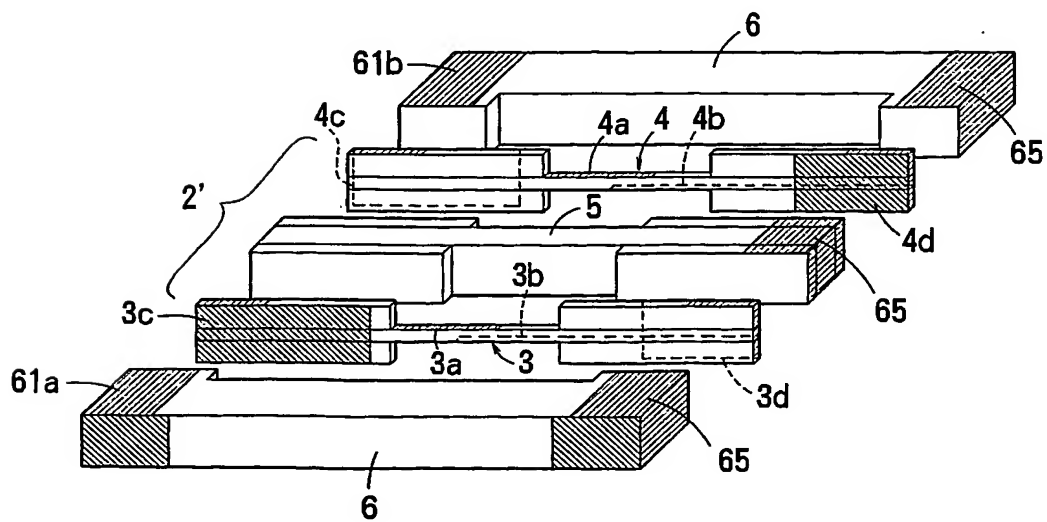




【図 8】



【図 9】



## 【書類名】要約書

## 【要約】

【課題】小型でしかも温度変化などの加速度以外の要因による影響を排除でき、かつ検出感度の高い加速度センサを提供する。

【解決手段】加速度センサ 1 A は、第 1, 第 2 の共振子 3, 4 をベース板 5 の加速度印加方向の両面に接合したバイモルフ型加速度検出素子 2 を備え、加速度の印加に伴って第 1, 第 2 の共振子 3, 4 が同一方向に撓むように加速度検出素子 2 の長手方向の一端部または両端部を固定支持してある。加速度検出素子 2 の撓みによって生じる第 1, 第 2 の共振子 3, 4 の周波数変化またはインピーダンス変化を差動的に検出して加速度を検出可能とする。加速度検出素子 2 の加速度の作用に伴う曲げ中正面は、ベース板 5 の加速度印加方向の中心部に位置しており、第 1, 第 2 の共振子 3, 4 の加速度印加方向と直角方向の高さ  $H_1$  はベース板 5 の高さ  $H_2$  よりも小さい。

【選択図】 図 2

特願 2003-285516

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000006231]

1. 変更年月日

1990年 8月28日

[変更理由]

新規登録

住 所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

氏 名

株式会社村田製作所